

Bírálat

Vinkó József: Szupernóva-robbanások asztrofizikája c. MTA doktori értekezéséről

Az értekezés a magyarországi szupernóva-kutatás szép összefoglalója. A bemutatott eredmények Vinkó József sok éves, termékeny kutatómunkájából születtek, együttműködésben külföldi kollégákkal és hazaiakkal, utóbbiak között számos tanítványával. A bemutatott munkákban a szerző a 10 m-es Hobby-Eberly Teleszkóp, a dél-afrikai Southern African Large Telescope, a Hubble-, Spitzer- és Swift űrtávcsövek, illetve kisebb (piszkéstetői, bajai, szegedi) távcsövek által gyűjtött adatokat dolgozott fel. A mérések elemzését többnyire saját maga végezte, saját maga vagy kollégái által fejlesztett, valamint elérhető csillagászati programok segítségével.

Az értekezés szerkezete a következő.

A bevezetés után a második fejezete a szupernóvák észlelésének korai történetét és osztályozását mutatja be, kiemelve a területen elért magyar hozzájárulást is. Utóbbi a múlt század hatvanas éveitől kezdődően szupernóva-felfedezésekből, az elmúlt években pedig inkább a közeli szupernóvák fotometriai követéséből állt, mely lehetővé tette az értekezésben is részletezett asztrofizikai vizsgálatokat és melyekben a szerző meghatározó szerepet töltött be. A szupernóvák terebélyesedő osztályozását a 2.4 alfejezet és a 2.2 ábra mutatja be.

A harmadik fejezet a szupernóvák asztrofizikai elemzéséhez szükséges háttéranyagot mutatja be. A prezentáció főként leíró jellegű. A negyedik fejezetben különleges (nem tradicionális) szupernóva-típusokat ismertet, ezek megértésére irányuló vizsgálatok a szakterületen jelenleg is folyamatban vannak, így ez a fejezet a terület jelenlegi állásának hasznos összefoglalója.

Az ötödik fejezet a vizsgálati módszereket részletezi, ezek fotometriai és spektroszkópiai természetűek. A hatodik fejezet a szupernóvákkal történő távolságmérést részletezi. Az Ia-típusú szupernóvák standardizálásának részletes leírása kozmológiai szempontból is érdekes, a távolságbecslésben betöltött szerepük miatt.

Az utolsó három fejezet az önálló eredmények bemutatására koncentrál, különválasztva a kollapszár szupernóvák, Ia típusú szupernóvák és különleges szupernóvák kapcsolatos kutatásokat. Ez a három fejezet az értekezés pontosan felét teszi ki.

Az értekezés törzsanyaga 141 oldal, melyet 199 tételből álló irodalomjegyzék kísér. A bemutatás stílusa precíz és gondos. Figyelmet fordított a nyelvhelyességre, a prezentáció didaktikai jellegére is. A prezentáció olvasmányos, letisztult, könyv jellegű. Az ábrák tetszetősek, jó minőségűek. A saját eredmények elkülönülnek a csoportmunkában elért eredményektől abban, hogy előbbieket egyes szám első személyben mutatja be. A kiváló prezentációban tetten érhető a szerző több évtizedes egyetemi oktatói tapasztalata.

A téziszfüzet követi az értekezés tartalmát és stílusát, világos összefoglalója annak. Összefoglalja a kutatások előzményeit, a célkitűzéseket, a vizsgálati módszereket, majd az új tudományos eredményeket.

Az értekezésben bemutatott eredményeket négy tézispontba sorolta a szerző, ezek további alpontokat tartalmaznak. A tézispontokhoz összesen 20 publikáció kapcsolódik. Ezek közül 11-ben első szerző. A publikációk közül egy 2 szerzős, egy 3 szerzős, egy 5 szerzős, három 7 szerzős, két 9 szerzős, egy 10 szerzős, egy 12 szerzős, kettő 13 szerzős, egy 15 szerzős, egy 16 szerzős, egy 18 szerzős, három 20 szerzős, egy 29 szerzős és egy 35 szerzős található. A viszonylag magas szerzőszám különösen a nemzetközi kollaborációban készült munkákra jellemző, tehát tudományterületi sajátosság.

Az első tézispont: „Extragalaktikus távolságmérés szupernóvákval” további két alpontra oszlik: kollapszár- illetve Ia típusú szupernóvák kapcsán elért eredmények bemutatására. Elsőhöz módszert dolgozott ki, majd alkalmazta 5 esetre, illetve egyidejűleg két szupernóvára, csökkentve ezzel a szisztematikus hibákat. Másodikban távolságbecslést és hibaelemzést végzett 11 esetben.

A második tézispont: „Kollapszár szupernóvák fizikai paramétereinek meghatározása” három alpontra oszlik. Elsőben két szupernóva kémiai összetételét határozta meg. Másodikban tömegbecsléseket és ezzel kapcsolatos konzisztencia-vizsgálatokat végzett. Harmadikban a Hubble-űrtávcső adatainak felhasználásával a szupernóva robbanások progenitorait vizsgálta.

A harmadik tézispont: „Termonukleáris szupernóvák fizikája” szintén három részből áll. Három különböző szupernóva-robbanás kémiai összetételét, kinematikáját, modellezhetőségét vizsgálta. A harmadik esetben a szupernóva tömegnövekedését társzcillag okozta. A szerző itt az irodalomban egyedülálló módon kvantitatív leírást adott meg egy Ia típusú szupernóva és társzcillaga közötti kölcsönhatásra.

A negyedik tézispont „Különleges tranziens objektumok” is három részre bomlik. Az első és harmadik különleges szupernóvák elemzésének eredményeit tartalmazza, a második pedig a szuperfényes szupernóvák energiatermelési és kisugárzási folyamatainak modellezését (és C++ programozását) ismerteti lökéshullám segítségével.

Valamennyi tézispontot elfogadom új tudományos eredményként jelenlegi formájában.

A bemutatott munkával kapcsolatban a következő kérdéseket teszem fel:

1. A téziszfüzet első bekezdésében olvasható, hogy „Sok vasnál nehezebb elem (így pl. a Földön nagy mennyiségben található arany) szinte bizonyosan szupernóva-robbanás során keletkezett.” A 2017. augusztus 17-én észlelt első olyan gravitációs hullám, a GW170817, mely neutroncsillag-összeolvadásból keletkezett, majd az azt kísérő gamma-kitörés és más elektromágneses hullám frekvenciákban történt észlelések egyik folyamánya az volt, hogy ezen elemek (beleértve az arany) keletkezését neutroncsillag-összeolvadásokból (kilonóva-képződésből) származtatják. Kérem, elemezze részletesen a legújabb

szakirodalom fényében (mind a szupernóva-szakirodalom, mind a neutroncsillag-kettősök összeolvadását tárgyaló szakirodalom feldolgozásával) a fenti kérdéskört.

2. A második fejezet 2.5 alfejezetének címe „A szupernóvák gyakorisága térben és időben”. Ezzel kapcsolatosan hiányoltam az egyébként alapos szöveges bemutatás mellett az állítások szemléltetését. Kérdésem az, hogy ismert-e olyan ábra, amely a szupernóvák égi eloszlását Aytoff-projekcióban szemlélteti, illetve, amennyiben nem, tudna-e ilyet készíteni az általa használt szoftveres háttérrel (esetleg a vöröseltolódás alapján színezett pontokkal). Mivel igen sok hasonló jellegű térkép létezik (CMB, gamma-kitörések, az Univerzum valamennyi elektromágneses tartományban, magnetárok, nagyenergiás kozmikus részecskék, stb.), a szupernóvákra készült szemléltetés értékes és informatív lenne. Különösen a távolságmérésre használt Ia típusú szupernóvák térképe lenne tanulságos, annak kozmológiai vonatkozásai miatt.
3. A 3.1.3. alfejezetben olvasható: „A szupernóva-képződés során a neutroncsillagról visszapattanó burookban egy kifelé terjedő lökéshullám jön létre.” Ismert-e ennek a lökéshullámnak karakterisztikus sebessége vagy az értékekben nagy a szórás? Ugyanitt olvasható: „annak feltétele, hogy a lökésfrontból származó fotonok képesek legyenek megelőzni a front mozgását[...]”. Mivel a vákuumbeli fénysebesség határsebesség, ez az állítás csak akkor értelmes, ha a fotonok kisebb, az adott közegre jellemző sebességgel terjednek. Milyen ez a sebesség (mennyi a közeg törésmutatója, ez kizárólag az értekezésben említett diffúciónak tudható-e be)? Melyik sebességre gondolt: fázissebesség, csoportsebesség? Továbbá: előfordulhat, hogy a front sebessége nagyobb a közegbeli fénysebességnél? Amennyibe igen, az érdekes Cserenkov-sugárzáshoz, illetve feketelyuk-analógiákhoz vezethet. Ismertek-e ilyen jellegű tárgyalások?
4. A 7.1 alfejezetben a távolságmérést ismerteti szupernóva-adatok alapján, és az alfejezetet azzal a megállapítással zárja, hogy a kollapszár szupernóvák segítségével ugyanolyan pontos távolságbecsléseket lehet tenni, mint az Ia típusú szupernóvákkal. Kérdésem, hogy előbbiek szintén alkalmasak-e kozmológiai távolságmérésre?

A kérdésekre remélt válaszok az értekezésben bemutatott anyagot kiegészíthetik, de kérdéseim annak egyetlen eredményét sem vonják kétségbe. Ezért a válaszoktól függetlenül, az értekezés és a bemutatott eredmények mennyisége és minősége alapján indokoltnak tartom a nyilvános vitára bocsátást és sikeres védés esetén az MTA Doktora cím odaítélését.

Gergely Árpád László

Szeged, 2018. április 24.

Gergely Árpád László
az MTA doktora
egyetemi tanár